

**Tytuł pracy: Voice Over Internet Protocol**

Autor: Piotr Świątek IVFDS

## STRESZCZENIE

W projekcie starałem się przedstawić zagadnienia związane z Voice over IP. Praca zawiera podstawowe typy konfiguracji sprzętowej oraz programowej dotyczącej VoIP. Na początku projektu opisałem zagadnienie ogólnie tzn.: komu może służyć, ile kosztuje oraz na czym polega ta technologia.

W dalszej części pracy czyli w rozdziale drugim przedstawiłem kilka konkretnych konfiguracji dotyczących VoIP. Niektóre z nich to: PC to Phone/Phone to PC, Phone to Phone, PC to PC itd. Przy każdym z tych rozwiązań zawarte jest kilka zdań dotyczących danego problemu. W kilku przypadkach przedstawiona jest nawet oferta firm zajmujących się tą dziedziną informatyki. W rozdziale tym zawarta jest również kwestia bezpieczeństwa przesyłanego przez sieć głosu.

W kolejnym rozdziale zaprezentowałem kilka przykładowych urządzeń, które umożliwiają pracę z VoIP. Rozdział ostatni zawiera wyciąg z przepisów Polskiego Prawa Telekomunikacyjnego, w którym poruszone są kwestie przesyłania głosu przez sieć publiczną za pomocą Voice over IP. W rozdziale tym zawarłem również przykładową tabelę, pokazującą różnicę cenową pomiędzy standardowymi połączeniami realizowanymi przez Telekomunikację Polską S.A. a niezależnym operatorem oferującym usługi VoIP.

## SPIS TREŚCI

Streszczenie .....	1
1. Wstęp .....	3
1. Budowa Voice over IP .....	5
2. Urządzenia wspomagające VoIP .....	10
3. Uwagi Końcowe .....	13
Literatura .....	16

## 1. WSTĘP

O tym, że Internet ma nieograniczone możliwości wiemy już od dawna. Jednak od pewnego czasu sieć wykorzystywana jest do prowadzenia rozmów telefonicznych. Czy może zatem okazać się, że rozmowy przez Internet wyprą konwencjonalny sposób przesyłania danych?

O Voice Over IP zrobiło się bardzo głośno kilka lat temu, gdy Polska Telefonia Cyfrowa (operator sieci Era GSM) poinformowała, że alternatywę dla połączeń zagranicznych idących drogami TP S.A. stanowić będzie połączenie „przez Internet”. Połączenie to jest tańsze, aczkolwiek istnieje możliwość wystąpienia gorszej jakości tego połączenia. Co więcej, połączenie realizowane przez Voice Over IP było inaczej taryfikowane i stanowiło doskonałą konkurencję nawet dla oferty Telekomunikacji Polskiej S.A. Po wprowadzeniu przez Erę usługi opartej o VoIP rozpętało się w polskim świecie telekomunikacyjnym prawdziwe piekło. Ministerstwo Łączności, PITiP i kilka innych urzędów grzmiało, że PTC może stracić koncesję. Do Ery GSM przysyłane były kontrole, pisano raporty. A wszystko dlatego, że według niektórych przedstawicieli wspomnianych resortów Era naruszyła monopol TP S.A., który zapewnia jej wyłączność na świadczenie usług międzynarodowych jeszcze przez kilka najbliższych lat. Jednak w końcu okazało się, że sprawa „rozeszła się po kościach”, a przy tym po raz kolejny wyszło na jaw, że ustawa o łączności jest po prostu przestarzała.

W grudniu 1999 roku w Polskę poszła informacja, że abonenci Ery GSM mogą korzystać z tańszych połączeń międzynarodowych za pośrednictwem technologii VoIP. Wysyp usługodawców nastąpił jednak dopiero na początku zeszłego roku, kiedy pojawiły się odpowiednie regulacje prawne. Obecnie wszyscy znaczący providerzy proponują tę usługę w różnych formach i technologiach. [3]

Okazuje się jednak, że klienci wcale nie rzucają się na telefonowanie przez Internet. Usługa ta odbierana jest nadal jak zwykle połączenie telefoniczne punkt-punkt, znacznie tańsze, ale o gorszej jakości. Brak popularności wykorzystania technologii VoIP na rynku detalicznych odbiorców dowodzi, że nikomu nie chce się przekrzykiwać szumów nawet za mniejsze pieniądze. Drugi kierunek, w którym poszli dostawcy telefonii internetowej, to VoIP w sieciach firmowych, gdzie zapewnia tanią komunikację nawet z oddalonymi od centrali oddziałami firmy. W obu przypadkach traktuje się jednak VoIP wyłącznie jako sposób na obniżenie kosztów połączeń telefonicznych, a zapomina się o jego zaletach, np. bardzo łatwym zestawianiu połączeń konferencyjnych.

Najprostszy wariant usługi VoIP, przeznaczony głównie dla odbiorcy indywidualnego, który chce taniej porozmawiać z cicią w Ameryce, to sprzedaż specjalnych kart. Pod zdrapką ukryty jest kilkunastocyfrowy kod zapewniający dostęp do bramki operatora. Zwykle za planowane rozmowy można zapłacić kartą kredytową (także za pośrednictwem Internetu) lub przelewem bankowym. Później wystarczy już przez zwykły telefon skorzystać z numeru dial-up operatora, tonowo podać kod z karty i rozmawiać do woli. Wszystko oczywiście za cenę połączenia lokalnego. Najłatwiej mają abonenci Netii i Ery - wystarczy wstukać odpowiednią kombinację cyfr (jednakową dla wszystkich abonentów) i połączenie z bramką VoIP zostaje nawiązane.

W porównaniu ze stawkami TP S.A. ceny połączeń w technologii VoIP są zwykle niższe o 20 - 40 procent, przy czym różnica ta wzrasta wraz z odległością kraju, do którego dzwoniemy. Najmniejsze oszczędności VoIP przynosi w połączeniach z krajami europejskimi. Bywa nawet tak, że u niektórych dostawców (wyrazy uznania dla opracowujących te oferty) zapłacimy więcej niż w TP SA. Niewątpliwym minusem VoIP dla klienta indywidualnego jest naliczanie

opłat także za połączenia, które nie doszły do skutku. Zanim połączenie punkt-punkt zostanie w ogóle zainicjowane, trzeba się bowiem wzdzwonić do dial-upa providera.

Najwięcej za wykorzystanie VoIP płacą abonenci Ery GSM. - Pamiętać jednak należy, że korzystający z przenośnego aparatu za standardową rozmowę międzynarodową płaci stawkę TP SA powiększoną o koszt zwykłego połączenia z komórki do sieci stacjonarnej. Porównując te opłaty z VoIP, oszczędności są wyraźnie widoczne. Polska Telefonia Cyfrowa dostrzegła jednak interes w oferowaniu usługi VoIP. W połowie tego roku zamierza znacznie obniżyć koszt połączeń zagranicznych nawiązywanych za pośrednictwem Internetu. Oczywiście najtańsze usługi VoIP proponowane są dla internautów dysponujących stałym łączem. Niektórzy zagraniczni usługodawcy w zamian za oglądanie reklam oferują nawet taką usługę za darmo.

Ciekawą ofertę dla klientów indywidualnych i małych firm ma Tele2. Oferuje urządzenie o nazwie Gadatek. Podłącza się je do dowolnego telefonu stacjonarnego mającego funkcję wybierania tonowego. Po wstukaniu numeru urządzenie łączy się z serwerem Tele2, identyfikuje rozmówcę i kieruje połączenie przez łącza komputerowe jako transmisję danych. Płatności za rozmowy regulowane są z wykorzystaniem kart typu pre-paid. [3]

Co zatem kryje się pod nazwą VoIP? Najprościej można to określić jako wykorzystanie łącza cyfrowego do rozmowy telefonicznej. Różnicę najłatwiej pokazać, gdy porównamy VoIP z klasyczną telefonią stacjonarną. W tradycyjnej telefonii ruch jest komutowany, tzn. na potrzeby danej rozmowy, przez centralę, zestawiane jest połączenie typu punkt-punkt. Czyli mówiąc prościej: kiedy Jan Kowalski dzwoni do Adama Nowaka to na potrzeby tej jednej konkretnej rozmowy telefonicznej zestawiane jest łącze od jednego abonenta do drugiego. Zestawienie takiego łącza następuje przez wykorzystanie central telefonicznych, które są niezbędnym elementem tej całej układanki. Natomiast w telefonii IP głos zamieniany jest na postać cyfrową i dzielony na pakiety, które przesyłane są później przez Sieć. Przy takim sposobie przekazywania dźwięku jesteśmy w stanie uniknąć większości opłat związanych z korzystaniem z usług danego operatora telekomunikacyjnego – poruszamy się bowiem w sferze protokołów internetowych. Koszty takiej operacji zawierają się w opłacie, jaką firma płaci swojemu providerowi usług internetowych. Voice Over IP nie ma długiej historii. Pierwszy projekt VoIP powstał w firmie VocalTec w roku 1995. Rok później na rynku pojawiła się pierwsza brama VoIP. Od tego dnia można praktycznie datować powstanie VoIP, gdyż właśnie wówczas użytkownicy Sieci mogli po raz pierwszy porozmawiać ze sobą w czasie rzeczywistym przy użyciu oprogramowania IP, które generowało pakiety zawierające dane audio.

Voice Over IP jest to doskonała usługa dla firm, które mają dość rozległą sieć oddziałów na terenie kraju. Usługi oparte o Voice Over IP są wykorzystywane w Polsce już od jakiegoś czasu. Firmy, które mają wiele oddziałów na terenie Polski bardzo chętnie korzystają z tej nowej formy komunikacji między oddziałami. Doskonałym przykładem jest tu jedna z większych firm z branży komputerowej, która ma swoje oddziały w dwunastu miastach Polski. Oddziały te są połączone właśnie infrastrukturą wykorzystującą VoIP. W przypadku tej firmy koszt połączeń międzymiastowych spadł aż o 60%! Także jeden z otwartych funduszy emerytalnych, posiadający również infrastrukturę VoIP, zanotował spadek kosztów wynikający z rozmów międzymiastowych (wynikający głównie z połączeń pomiędzy oddziałami) o prawie 50%. Przy takich oszczędnościach nie można się więc dziwić, że zainteresowanie VoIP jest bardzo duże. Osoby lub firmy, które chciałyby zacząć stosować VoIP muszą pamiętać o kilku rzeczach. Najważniejszym elementem jest łącze stałe do sieci PolpakT (bądź do innego providera usług internetowych). I wcale nie jest konieczne wykupywanie połączenia do Internetu (choć z ekonomicznego punktu widzenia taniej wyjdzie zestawienie pełnej usługi z możliwością korzystania z sieci Internet niż dzierżawa różnych łącz u różnych providerów). Istotne jest to, żeby to łącze było zestawione do oddziałów firmy, z którymi będą miały być realizowane połączenia przy wykorzystaniu VoIP. Wbrew temu, co wiele osób czy firm świadczących te usługi sugeruje, do prze-

syłania głosu przez Sieć nie musi być stosowane łącze o jakiejś bardzo dużej przepustowości. Do korzystania z VoIP na jeden kanał głosowy (po skompresowaniu dźwięku) potrzebna jest szybkość łącza równa 8 kbps. Prędkość ta powinna być prędkością gwarantowaną – aby zabezpieczyć się przed zrywaniem połączeń. Teraz już tylko wystarczy policzyć, ile rozmów ma być wykonywanych jednocześnie i mamy łącze o odpowiedniej szybkości. Najczęściej firmy (te średniej wielkości) wykupują łącza internetowe o przepustowości 2 Mbit/sek. Na takim łączu z powodzeniem można realizować wewnątrz firmy usługę Voice Over IP oraz korzystać z innych usług internetowych.

Prawdziwy zysk dla usługodawców VoIP daje jednak odbiorca biznesowy. Wdrożenia sieciowe, a później bieżąca obsługa korporacji to naprawdę duże pieniądze. Technologia VoIP jest jakby stworzona właśnie dla dużych firm mających wiele oddziałów rozrzuconych po kraju czy też świecie. Nie tylko pozwala znacznie obniżyć koszt rozmów wewnątrz przedsiębiorstwa, ale daje wiele możliwości, o których przy zastosowaniu telefonii konwencjonalnej można było jedynie marzyć. Banalnie proste staje się bowiem w technologii VoIP zestawienie połączeń konferencyjnych czy wideokonferencyjnych. Poza tym VoIP umożliwia budowę programowych central telefonicznych zestawiających połączenia z wirtualnymi, programowymi telefonami pracującymi na komputerach użytkowników lub specjalnymi aparatami telefonicznymi, które włącza się bezpośrednio do sieci komputerowej i nadaje im numery IP. Takie centrale oferują już wszystkie liczące się firmy, m.in. Cisco, Nortel Networks i Lucent Technologies.[4]

Rozwiązanie VoIP w firmach wykorzystuje strukturę wewnętrznej sieci korporacyjnej WAN. Telefonia internetowa ma także tę zaletę, że każdemu działowi, nawet oddalonemu od centrali o kilkaset kilometrów, można przypisać logiczny numer wewnętrzny. W przypadku zamkniętych sieci możliwa jest do uzyskania całkiem dobra jakość przekazywania głosu. Wystarczy poszczególnym pakietom głosowym przypisać odpowiedni priorytet.

Dość ciekawe miejsce dla VoIP w strukturze przedsiębiorstwa zaproponowała niedawno firma eCenter. Oferuje ona zintegrowany system kontaktu z klientem. W skład rozwiązania wchodzi między innymi telefonia internetowa. Z poziomu serwisu WWW klient może wybrać najdogodniejszy dla siebie środek komunikacji - VoIP, e-mail, chat lub standardowy opis produktu. Cały system oferowany jest w modelu ASP.

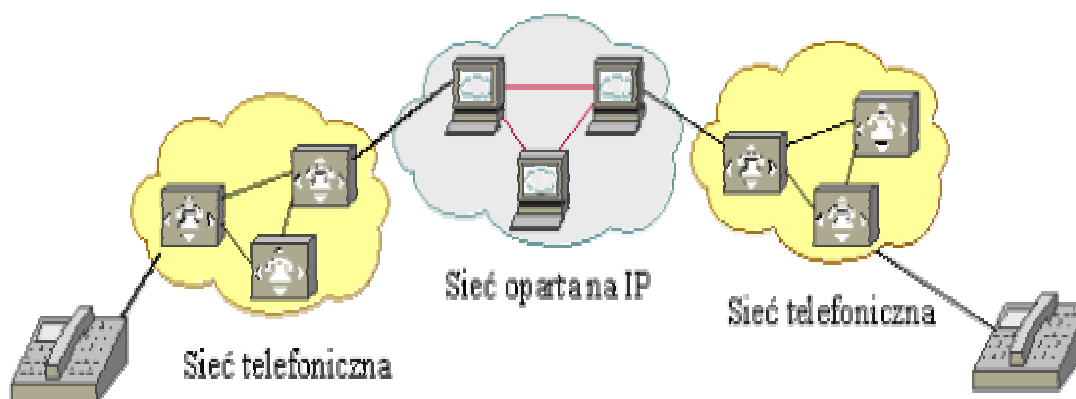
Wydaje się, że firma eCenter zmieniła odrobinę tok rozważań na temat wykorzystania technologii VoIP, która - jak przyznaje większość usługodawców - nie jest raczej w stanie zastąpić telefonii tradycyjnej, trzeba więc znaleźć dla VoIP inne miejsce.

Jak zatem wykorzystać Voice Over IP? Najprościej będzie to wytłumaczyć na przykładzie rozwiązania dla firmy. W centralce firmy konieczne jest podłączenie routera. W drugim oddziale firmy, będącym na przykład w drugim końcu Polski, robimy dokładnie to samo. I to samo robimy w każdym oddziale, z którym chcemy mieć połączenie przez VoIP. Zakup routerów to praktycznie jedyny wydatek, jaki firma musi ponieść, aby z Voice Over IP korzystać. Z technicznego punktu widzenia, połączenie VoIP wygląda w ten sposób, że zestawiane jest połączenie z jednego numeru IP do innego numeru IP. W zależności od posiadanej centrali, konwersji numeru telefonu na przydzielony mu numer IP może dokonać albo centralka, albo zewnętrzny konwerter.

## 1. BUDOWA VOICE OVER IP

Technologia telekomunikacyjna VoIP (Voice over Internet Protocol) oparta jest na zamianie głosu na pakiety danych w protokole TCP/IP i przesyłanie ich z wykorzystaniem łącza transmisyjnego o wysokim poziomie jakości. [1]

Zastosowanie wysokiej kompresja danych umożliwia bardziej efektywne wykorzystanie łączy telekomunikacyjnych. Przedstawia to poniższy rysunek:



Rys. 1.1 Zastosowanie wysokiej kompresji

Technologicznie VoIP jest usługą dość skomplikowaną. Jeszcze cztery lata temu zakłócenia podczas przesyłania głosu za pośrednictwem Internetu były tak duże, że nikt nie traktował poważnie profesjonalnego wykorzystania tej metody. O idei telefonii internetowej przypomniano sobie dopiero po upowszechnieniu standardu algorytmu kompresji głosu LPC (Linear Predictive Code), który pozwala uzyskać jakość dźwięku akceptowalną przez klienta. LPC optymalizuje przesyłaną ilość informacji bitowych poprzez modelowanie i wykorzystywanie powtarzających się elementów w sposobie mówienia danej osoby. Jakość głosu w połączeniach VoIP nie odbiega w sposób zasadniczy od jakości głosu uzyskiwanej przy połączeniach klasycznych, jednak ze względu na rodzaj transmisji (pakiety TCP/IP) występuje minimalne opóźnienie przesyłu - 250-500 milisekund. [1],[3]

Za stworzenie cyfrowego obrazu głosu odpowiada protokół RTP (Real Time Protocol), który korzysta z mechanizmów UDP, czyli bezpołączeniowego trybu przesyłania pakietów. Protokół RTP zapewnia utrzymanie sekwencji pakietów, a także nadanie im odpowiednich znaczników. Pracę RTP wspiera protokół RTCP (Real Time Control Protocol), informujący wyższe warstwy o stanie sesji. W przypadku urządzeń warstwy trzeciej, czyli routerów, potrzebne są protokoły, które rezerwują odpowiednie zasoby i są w stanie utrzymać priorytet dla pakietów głosowych nawet w sytuacji zatłoczenia. Takimi protokołami są RSVP (Resource Reservation Protocol), czyli protokół rezerwacji zasobów oraz WFQ (Weighted Fair Queuing), decydujący na podstawie zdefiniowanej konfiguracji o kolejności przesyłania pakietów. Z pewnością do upowszechnienia VoIP przyczynił się także duży spadek kosztów głównych elementów przetwarzających informację głosową na ciąg zero-jedynkowy, czyli procesorów sygnałowych DSP (Digital Signaling Processor).

Dużym problemem dla usługodawców VoIP jest to aby zapewnić klientom rozmowy o wysokiej jakości. Sieci IP nie zapewniają jeszcze odpowiedniej jakości przekazu transmisji głosu, a szczególnie źle jest w Internecie. Powoli jednak pojawiają się techniki umożliwiające pokonanie tych trudności. Dość dobre rezultaty daje zastosowanie sieci (np. ATM), która na niższych warstwach umożliwia zarządzanie jakością. Inny sposób to zaawansowane protokoły routingu z możliwością przypisywania w ruchu priorytetów poszczególnym pakietom lub rezerwowania zasobów. Usprawnienia te zdają jednak egzamin głównie w sieciach prywatnych, gdzie jest możliwy nadzór nad całością systemu.

Poprawienie jakości transmisji głosu w Internecie nastąpi zapewne dopiero po wprowadzeniu tam technik porównywalnych z Resource Reservation Protocol (RSVP), Multiprotocol over ATM (MPOA) czy IPv6. [3]

Barierą powstrzymującą rozwój telefonii w sieci IP dość długo pozostawał brak odpowiednich mechanizmów zabezpieczających. Podsluchiwanie transmisji w Internecie nie jest zbyt trudne. Oprócz samej transmisji pakietów głosu zabezpieczenia wymagają także: ustanawianie połączenia, zarządzanie połączeniem i system billingowy. Nieodpowiednie rozwiązanie tego problemu umożliwiłoby prowadzenie rozmów na czyjeś konto, włączanie się osób niepowołanych do nawiązanego połączenia oraz inne podobne.

Do zabezpieczenia ruchu VoIP operatorzy stosują:

- odpowiednie oprogramowanie,
- bezpieczne protokoły transportowe.

Obecnie najczęściej spotykane są cztery rodzaje rozwiązań wykorzystujących VoIP. Każde z rozwiązań ma swoje zalety i wady, lecz w zależności od potrzeb i zasobów finansowych można dopasować rozwiązanie do swoich oczekiwań. Najczęściej spotykane jest rozwiązanie oparte na bramach VoIP. Bramy takie są obecnie oferowane przez przynajmniej kilkudziesięciu producentów. Ważną rzeczą jest to, że rozwiązania te nie korzystają z usług sieci Internet. Są one używane w wydzielonych sieciach IP. Użytkownik takiego systemu nie korzysta więc z tych wszystkich zalet i możliwości rozwiązań, w których ta sama sieć służy do przesyłania zarówno danych, jak i głosu.

**Bramy** są to urządzenia, które komunikują się z konwencjonalnymi centralami telefonicznymi. Zadaniem bram jest odebranie od nich przekazu głosowego, konwersja na pakiety IP, przesłanie tych pakietów dalej przez sieci do miejsca docelowego. Tam pakiety trafiają do kolejnej bramy, która konwertuje je z powrotem do postaci rozumianej przez system telefoniczny. Bardzo często bramą są wspomniane w artykule routery przystosowane do wspierania tej technologii lub karta zainstalowana w serwerze platformy Windows NT, którą zarządza odpowiednie oprogramowanie obsługujące technologię przesyłania głosu przez sieci IP.

Kolejnym rozwiązaniem, dość często spotykanym, jest zastosowanie centrali telefonicznej IP PBX. Jest to bardzo dobre rozwiązanie, gdy cały system telefoniczny jest tworzony od podstaw. Jeszcze do niedawna centrali IP PBX były domeną niewielkich biur – głównie z uwagi na niewielką pojemność. Można było w nich zainstalować nie więcej niż 100 abonentów. Ostatnio na rynku pojawiły się jednak centrali IP PBX, które potrafią obsługiwać zdecydowanie więcej (nawet kilka tysięcy) abonentów. Centralami IP PBX są bardzo często serwery Windows NT, w których zaimplementowano obsługę głosu oraz oprogramowanie zarządzające całym systemem telefonowania. Centrali IP PBX są kompleksowym rozwiązaniem dla niewielkiej firmy. Dają możliwość obsługi wszystkich funkcji, którymi dysponują zaawansowane aplikacje telefoniczne oparte na IP. Warto tu wspomnieć choćby o dystrybucji wywołań czy zarządzaniu rozmowami telefonicznymi z poziomu PC. Ciekawym rozwiązaniem są urządzenia integrujące sieci telefoniczne z sieciami przesyłania danych. Ich największą zaletą jest łatwość zarządzania takimi zintegrowanymi sieciami. Bardzo ważne jest to, że użytkownicy mogą wówczas w dość łatwy sposób kontrolować pracę całego systemu i zarządzać nim, co nie jest normalnie takie proste. Przykładowym rozwiązaniem tego typu są centrale InstantOffice firmy Vertical Networks. Oferują one małym biurkom komplet usług obsługujących telefonowanie i przesyłanie danych, pełny routing czy łączenie ze sobą różnych sieci LAN. Co ważne – mimo mnogości funkcji zarządza się jednym tylko produktem. Oprócz wymienionych wcześniej rozwiązań istnieją też inne produkty do telefonii IP. Są to bardzo często duże systemy, które w sposób kompleksowy oferują klientowi rozwiązania z zakresu transmisji danych. Wiele firm telekomunikacyjnych ma w swojej ofercie rozwiązania autorskie, pozwalające integrować zasoby telekomunikacyjne danej firmy z rozwiązaniami VoIP i to w sposób prawie dowolny. Warto tu wspomnieć o rozwiązaniach takich jak rozwiązanie oferowane przez Lucent Technologies, które daje praktycznie nieograniczone możliwości konfiguracji. Dla przykładu: do zainstalowania telefonów IP oferowany jest produkt Definity IP Ethernet Telephones. [3]



Korzyści dla firmy płynących z wykorzystywania infrastruktury VoIP jest wiele. Najważniejszy jednak jest tu aspekt ekonomiczny. Połączenia między oddziałami firmy przy wykorzystaniu Voice Over IP są de facto wykonywane za darmo. Nie korzysta się bowiem z usług operatora telekomunikacyjnego. Voice Over IP będzie się rozwijał. Oszczędności, jakie może odnieść firma, z pewnością przekonają do tej usługi każdego dyrektora finansowego. VoIP stanie się również ciekawą alternatywą dla gospodarstw domowych. Łącze 115.200 w zupełności wystarczy do tego, aby za pomocą domowego PC korzystać z dobrodziejstw telefonii IP. Jednak przeszkodą w jeszcze większym spopularyzowaniu tej usługi są nie najlepsze polskie łącza. Ale pozostaje nam wierzyć, że stan ten nie będzie trwał wiecznie.

#### PC to Phone/Phone to PC

Taka konfiguracja umożliwi komunikację między użytkownikiem, wyposażonym w zwykły komputer z kartą dźwiękową i odpowiednim oprogramowaniem, a tradycyjnym telefonem. Nie wymaga to od rozmówcy znajomości obsługi komputera i daje dostęp do bardzo rozbudowanej sieci telefonicznej. Inną ciekawą możliwością jest odbieranie połączeń na komputerze w chwili, gdy linia jest zajęta połączeniem przez modem. [2]

Jedną z firm oferujących PC to Phone jest Go2Call. Za pomocą jej systemu można rozmawiać za darmo z USA, Kanadą, Irlandią, Anglią, Niemcami. po załadowaniu strony system wywołuje własną aplikację Javy. Uwalnia to użytkownika od konieczności ściągnięcia oddzielnego programu. Z usługi można korzystać za pomocą zwykłej przeglądarki www.

Z kolei HotTelephone oferuje bezpłatnie połączenia z ponad 30 państwami, ale obsługa nie jest tak wygodna jak o konkurencji.

IP800 specjalizuje się w połączeniach na terenie Azji (Chiny, Hongkong, wkrótce inne państwa)

W Delta Three użytkownicy nawiązują połączenie za pomocą programu klienta. Ponieważ bezpłatna jest łączność tylko z USA i Kanadą, program wyświetla stan konta i wszystkie parametry połączenia. Ceny połączeń podawane są na stronie www. Ostatnio powiększono ofertę o wysyłanie faksów i wiadomości głosowych. Przy płatnych połączeniach PC to Phone warto skorzystać z opcji Call Finder na stronie www. Jest to darmowa wyszukiwarka najtańszych połączeń VoIP typu " Phone to PC" do wybranych rejonów świata. [2]

#### Phone to Phone

To najłatwiejszy a zarazem najdroższy sposób komunikacji VoIP. Mimo to usługa ta jest znacznie tańsza od oferowanej przez TP SA . Najczęściej wymagane jest założenie konta u dostawcy usług. Dzwoniąc pod specjalny numer dostępowy należy wpisać numer konta i hasło. Gdy rozmowa zostanie zakończona, rachunek użytkownika obciążony jest stawką za czas połączenia- mimo wszystko dużo niższą niż przy połączeniach metodą tradycyjną. Najczęściej taktowanie jest co minutę. Polskim liderem jest firma MediaTel. Posiada własne dedykowane łącza, dzięki którym możliwy jest kontakt z ponad 60 państwami. Abonent telefoniczny łączy się z kartą VoIP na urządzeniu MediaTel, za pośrednictwem publicznej sieci telefonicznej lub komórkowej i może wykorzystywać przydzieloną tylko do jego dyspozycji dzierżawioną kartę w dowolny sposób. [2]

#### PC to PC

Konfiguracja ta oparta jest na dwóch komputerach wyposażonych w kartę dźwiękową i specjalne oprogramowanie. Takie rozwiązanie daje dodatkowe korzyści: możliwość rozmowy z kilkoma rozmówcami, wideokonferencje (z użyciem kamery podłączonej do komputera), przesyłanie plików, dzielenie się zasobami komputera, wspólne przeglądanie zasobów Internetu. Wymagania sprzętowe nie są wysokie. Za absolutne minimum autorzy uważają sprzęt klasy 486/33 MHz z modemem 14400bps. Jednak w tym przypadku jakość dźwięku pozostawia dużo

do zyczenia. Najpopularniejszym programem jest NetMeeting, który jest standardowo dodawany do systemu Windows. Znacznie lepszy poziom dźwięku zapewnia program Buddy Phone do głosowej (wyłącznie) komunikacji VoIP między dwoma komputerami PC. Można go ściągnąć ze strony www. [2]

#### Free Fax

Rozwinięciem VoIP jest przesyłanie telefaksów. Występują różne rodzaje tej usługi i część firm pobiera za nie opłaty. Większość darmowych rozwiązań umożliwia wysyłanie wyłącznie tekstu wpisanego przez użytkownika w specjalny formularz na stronie www. Wstawianie w dokument grafiki lub ładnej czcionki nie jest możliwe.

Jedną z najpopularniejszych firm jest Free2Fax. Za wysłanie ze strony prostego dokumentu na teren USA i Kanady nie są pobierane żadne opłaty. Rozszerzone usługi to płatne E-mail to Fax (sprawdzenie poczty elektronicznej i drukowanie za pomocą faksu), Web to Fax i Broadcast Fax, przydatne głównie dla firm do szybkiej i taniej reklamy.

Free4Fax to kolejny serwis. Nadawanie faksów do USA, Kanady, Wielkiej Brytanii i Australii jest bezpłatne. Dostęp do innych państw jest płatny. Ceny zaczynają się od 5 centów i pobierane są za stronę wysyłanej korespondencji. Takie rozwiązania uwalniają użytkownika od problemów związanych ze złym stanem linii telefonicznych i innych, mających wpływ na czas połączenia. Każdy zarejestrowany użytkownik dostaje specjalny numer w USA. Wszystkie przesłane tam fakсы są przenoszone w postaci pliku graficznego na podane konto e-mailowe.

The Phone Company's Remote Printing Service jest międzynarodowym projektem światowej sieci serwerów faksowych. Obejmuje wszystkie kontynenty i większość państw. Oprócz standardowej usługi e-mail - fax zapewnia wysyłanie stron z graficznymi elementami. Do tych celów służy specjalny program-klient, który można ściągnąć z ich strony (systemy: Windows, MacOS, Unix). Warto podkreślić, że projekt nie jest komercyjny i każdy może się do niego przyłączyć. Fax-serwer wraz z instrukcją jest dostępny na www. [2]

#### Wiadomości głosowe

Usługa Fax over IP często bywa łączona z bezpłatną pocztą głosową. Hot Voice udostępnia darmową skrzynkę e-mailową, faksową oraz głosową. Firma posiada linie dostępowe w 45 krajach (także i w Polsce) Dzwoniąc pod lokalny numer i podając numer konta, można wysłać i odbierać fakсы oraz wiadomości głosowe. Te same usługi dostępne są z poziomu www. Jest to bardzo dobra metoda komunikacji z firmą, rodziną i znajomymi - przekazywać na duże odległości fakсы lub komunikaty głosowe, korzystając z lokalnych numerów dostępowych. Darmowa opcja przewiduje max. 50 wiadomości głosowych/faksowych oraz 10 Mb na pocztę elektroniczną. [2]

#### Gadatek

To urządzenie, które w prosty sposób można zainstalować do każdego telefonu stacjonarnego z funkcją wybierania tonowego. Umożliwia połączenie telefoniczne krajowe, z zagranicą i z telefonami komórkowymi po bardzo konkurencyjnych cenach. Rozmowa międzynarodowa jest tańsza o około 66% od abonamentów TP SA, międzymiastowa o około 31%. Wykorzystuje technologię Voice over IP. Po wprowadzeniu numeru, z którym osoba rozmawiająca chce się połączyć, Gadatek automatycznie łączy się z modemem serwera telekomunikacyjnego, identyfikuje rozmówcę i kieruje połączenie poprzez łącze komputerowe. Na telefonach do komórki można zaoszczędzić do 28%. Użytkownik "Gadatka" musi kupować karty typu pre-paid ( 50 i 100zł ) w celu uzupełnienia swego konta. [2]

TDU - nowa usługa VoIP dla klientów indywidualnych:

Urządzenie TDU nie wymaga kupowania kart jak w przypadku Gadatka. Po podpisaniu 12

mies. umowy z Firmą Tele2 użytkownik staje się abonentem i co miesiąc otrzymuje fakturę wraz z listą wykonanych połączeń międzynarodowych, międzymiastowych i do sieci komórkowych. Co miesiąc klient uiszcza 25 zł brutto tytułem przyszłych rozmów. System automatycznie przenosi niewykorzystaną część kwoty na kolejny miesiąc. Rozmowy międzynarodowe, międzymiastowe i z sieciami komórkowymi są znacznie tańsze niż dla abonentów TP S.A. [2]

### 3. Urządzenia wspomagające VoIP

W tym rozdziale przedstawione zostanie kilka urządzeń, które zapewniają transmisję głosu przez VoIP oraz urządzenia wspomagające ten dość skomplikowany proces.



Rys. 3.1. Urządzenie VoIP firmy Cisco

Przedstawione na powyższym rysunku urządzenie VoIP firmy Cisco pozwala na korzystanie z dobrodziejstw technologii VoIP poprzez przyłączyony do niego telefon.



Rys. 3.2. Telefon do połączeń VoIP

Kolejne urządzenie to kontroler CiscoSC2200

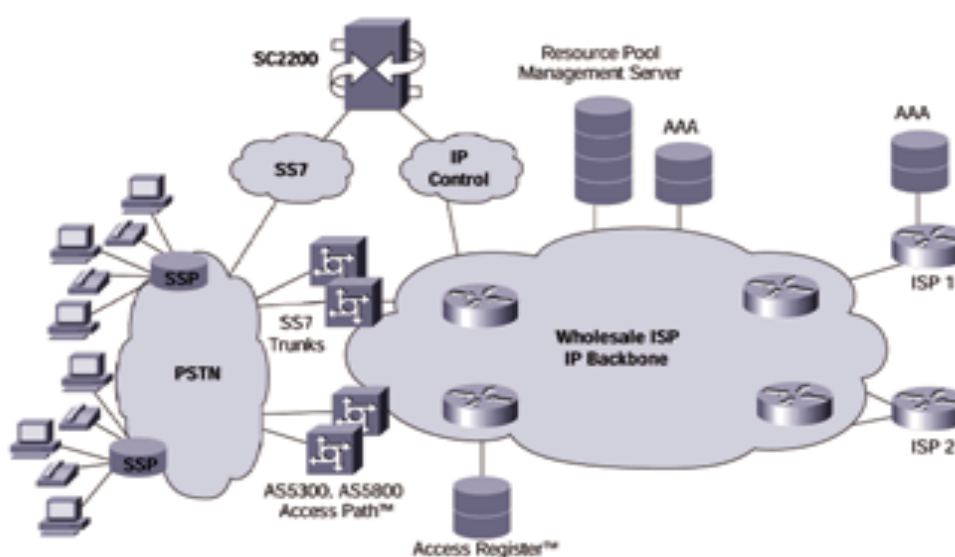
Cisco SC2200 jest kontrolerem sygnalizacji SS7, zaimplementowanym jako aplikacja działająca w środowisku UNIX, na platformie sprzętowej Sun Microsystems.

Jej zadaniem jest obniżenie kosztów i usprawnienie działania węzłów dostępowych (dial-up) i

usług VoIP na styku z publiczną siecią telefoniczną (PSTN). Obecnie dostawcy usług dostępowych oraz VoIP ograniczeni byli, w sensie styku z siecią publiczną, do łączy ISDN PRI. W miarę wzrostu zapotrzebowania na liczbę obsługiwanych połączeń, a co za tym idzie wraz z rozwojem węzłów dostępowych, takie rozwiązanie staje się nieefektywne i zbyt kosztowne. Wyjściem z tej sytuacji staje się przyłączenie węzłów dostępowych bezpośrednio do struktury sieci publicznej, co umożliwia właśnie Cisco SC2200.

Taka sytuacja pozwala na pełne wykorzystanie wszechstronności i niezawodności sieci sygnalizacyjnej SS7, a zastosowanie łączy IMT (intermachine trunks) zamiast ISDN PRI - na obniżenie kosztów zarówno początkowej instalacji jak i późniejszych kosztów eksploatacyjnych. [4]

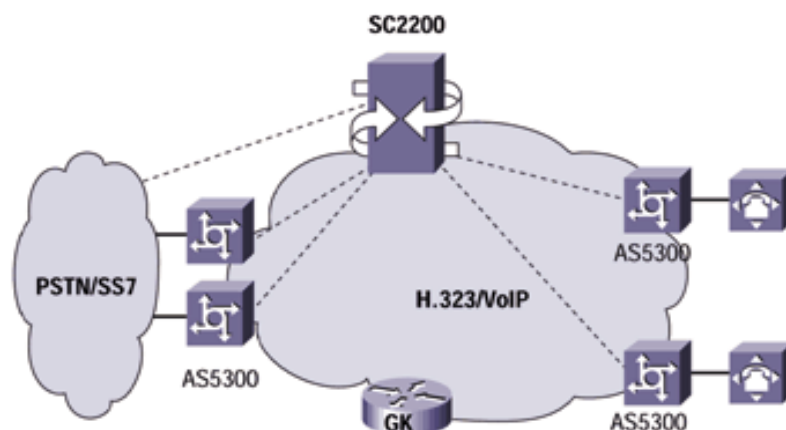
Przykładowa architektura połączenia węzła dostępowego dostawcy internetowego (ISP) do sieci SS7 operatora telekomunikacyjnego przedstawiona jest na rysunku 3.3.



Rys. 3.3. Architektura węzła dostępowego utworzonego w oparciu o SC2200

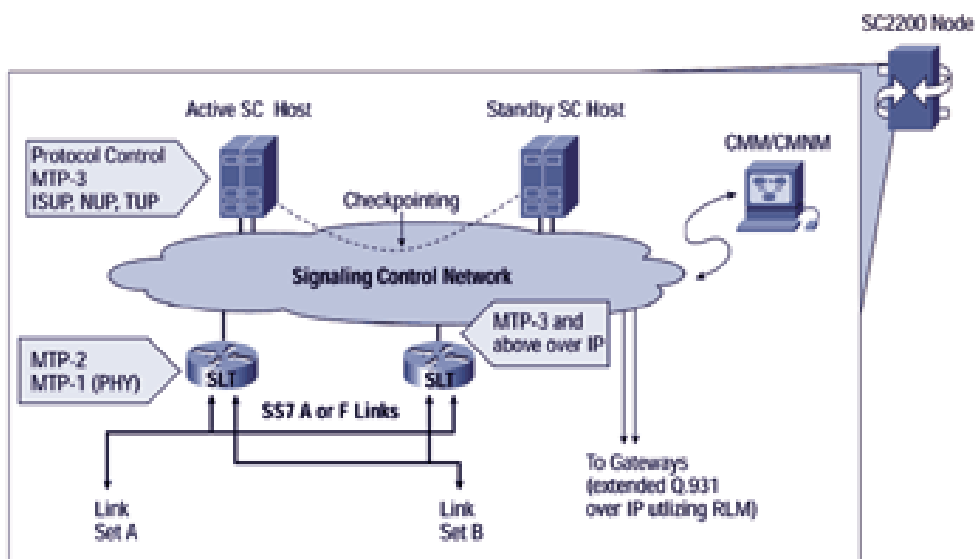
Takie rozwiązanie umożliwia całkowicie nowy poziom skalowania węzłów dostępowych, wielokrotnie przewyższając możliwości zastosowania łączy PRI, przy równoczesnym obniżeniu kosztów zarówno infrastruktury jak też eksploatacji. Architektura tego typu może być także stosowana przez dostawcę w celu wzbogacenia swojej oferty o usługi dodane, takie jak np. sieci wirtualne (VPN), telefonia pakietowa w sieciach IP (VoIP), itp. Cisco SC2200 może współpracować z szeroką gamą urządzeń dostępowych, przede wszystkim z serwerami Cisco AS5800 i AS5300 oraz zintegrowanym systemem dostępowym Cisco AccessPath.

Kontrolery Cisco SC2200 wykorzystać można również do tworzenia połączeń pomiędzy siecią SS7 a sieciami telefonii pakietowej opartymi o H.323 (VoIP). Przykład takiego rozwiązania przedstawiony jest na rysunku 3.4. [4]



Rys. 3.4. Architektura węzła głosowego utworzonego w oparciu o SC2200

Aby zapewnić wymaganą w urządzeniach telekomunikacyjnych niezawodność, Cisco opracowało w pełni redundantną architekturę węzła SC2200, która zaprezentowana jest na rysunku 3.5.



Rys. 3.5. Architektura węzła SC2200

Ponieważ utrzymanie ciągłości pracy łączy sygnalizacyjnych jest krytyczne w sieci SS7, węzeł SC2200 posiada dwie pary łączy typu "A" lub "F" do sieci operatora publicznego, które zakończone są na dwóch (dla zapewnienia pełnej redundancji) routerach Cisco 2611, pełniących rolę urządzeń SLT (signalling link terminals). Równocześnie dwie stacje Sun, na których uruchomione są aplikacje SC2200, pracują jako kontrolery sygnalizacji SS7 (jedna ze stacji w trybie aktywnym, a druga w trybie gotowości do podjęcia działania w przypadku uszkodzenia stacji pierwszej, bez przerywania aktualnie obsługiwanych połączeń). [4]

Kontroler Cisco SC2200 wspiera ponad 50 wariantów protokołów ISUP (ISDN User Part), NUP (National User Part) i TUP (Telephony User Part), wchodzących w skład standardu SS7, przy czym nowe protokoły i ich odmiany dodawane są na bieżąco. Umożliwia to stosowanie kontrolera Cisco praktycznie w każdym kraju i z każdym przełącznikiem (switch) publicznej

sieci telefonicznej, zgodnym ze standardami SS7/C7. Jest dobrym uzupełnieniem oferty Cisco przy budowie węzłów dostępowych oraz głosowych. [4]

## 4. Uwagi Końcowe

W tym rozdziale zawarty jest wycinek z przepisów prawnych regulujących legalność VoIP oraz przykładowy cennik jednego z usługodawców (providerów) dla pokazania różnicy pomiędzy cenami standardowych usług prowadzonych przez Telekomunikację Polską S.A. a usługodawcą technologii VoIP.

Voice over IP w świetle ustawy Prawo Telekomunikacyjne z 21.07.2000:

Do rozpatrzenia problemów związanych z technologią VoIP potrzebne mi będą trzy zapisy ustawy prawo telekomunikacyjne (PT):

Art. 2.30 "usługa telefoniczna - usługę telekomunikacyjną polegającą na bezpośredniej transmisji, za pomocą sieci publicznej wykorzystującej technikę komutacji lub sieci publicznych wykorzystujących techniki komutacji, sygnałów mowy, w czasie rzeczywistym, w taki sposób, że każdy użytkownik może użyć urządzenia końcowego dołączonego do określonego zakończenia sieci dla komunikowania się z innym użytkownikiem innego urządzenia końcowego, dołączonego do innego zakończenia sieci,"

Art. 2.8 "komutacja - zestawianie połączeń przez wybór docelowego punktu zakończenia sieci spośród wielu możliwych zakończeń sieci,"

Art. 2.20 "sieć telekomunikacyjna - urządzenia telekomunikacyjne i linie telekomunikacyjne, zestawione i połączone w sposób umożliwiający przekaz sygnałów pomiędzy określonymi zakończeniami sieci, za pomocą przewodów, fal radiowych bądź optycznych lub innych środków wykorzystujących energię elektromagnetyczną,"

Problem interpretacyjny z VoIP w świetle PT polega na stwierdzeniu czy jest to usługa telefoniczna czy też nie. Przyjrzyjmy się bliżej, zacytowanym fragmentom ustawy. Ustawa PT wymaga, do uznania usługi telekomunikacyjnej za usługę telefoniczną, aby ta usługa polegała na "bepośredniej transmisji,[...] za pomocą sieci [...] wykorzystujących techniki komutacji, sygnałów mowy, w czasie rzeczywistym ...". Wobec powyższego kluczem jest stwierdzenie czy sieci, przez które przesyłany jest sygnał mowy wykorzystują techniki komutacji. Nie ma natomiast znaczenia fakt, czy pomiędzy urządzeniami końcowymi następuje komutacja. Użyte przez Ustawodawcę słowo bezpośredniej oznacza, że jeśli choć jedna sieć pośrednicząca w połączeniu głosowym nie spełnia warunku komutacji, to całe połączenie nie może być uznane za usługę telefoniczną.

Przyjrzyjmy się więc, czy sieci internetowe wykorzystują techniki komutacji. Definicja komutacji wymaga, aby nastąpiły dwa fakty:

- a) wybór końcowego zakończenia sieci,
- b) zestawienie połączenia.

W sieci IP informacje są przesyłane w formie pakietów. Każdy pakiet ma określony przez nadające urządzenie końcowe docelowy punkt zakończenia sieci. Nie następuje jednak zestawienie połączenia, gdyż pomiędzy dwoma zakończeniami sieci pakiety mogą wędrować różnymi trasami, docierać do odbiorcy w innej kolejności niż zostały nadane, a nawet mogą być gubione

w sieci. Należy tutaj wyraźnie rozróżnić sieć telekomunikacyjną opisaną w art. 2.20, obejmującą warstwy 1-3 modelu odniesienia ISO/OSI, od funkcji realizowanych przy użyciu tej sieci przez urządzenia końcowe. Urządzenia końcowe mogą zestawiać połączenia (komutować wg PT), poprzez sieć, w której nie ma zestawiania połączeń (komutacji). Tak jest w szczególności w sieci IP. Sieć IP przekazuje pakiety do zakończenia sieci nie gwarantując czasu ich dotarcia, drogi którą będą kierowane, kolejności, a nawet faktu ich dotarcia. Aplikacje w urządzeniach końcowych mogą zestawiać połączenie, śledząc wszystkie wysłane i odebrane pakiety, odtwarzając ich właściwą kolejność i żądając od stacji nadawczej retransmisji zagubionych przez sieć pakietów. Fakt, że stacje końcowe w sieci mogą realizować połączenia, nie zmienia jednak faktu, że sama sieć IP nie zestawia połączeń, a więc w rozumieniu PT nie wykorzystuje techniki komutacji. Dodatkowo głos jest najczęściej przesyłany przez stacje końcowe bezpołączeniowym protokołem UDP.

Podsumowując:

- a) wystarczy, aby jedna z sieci, przez które jest przesyłany sygnał mowy, nie wykorzystywała technik komutacji, aby cała usługa nie mogła być zakwalifikowana jako usługa telefoniczna
- b) sieć IP nie wykorzystuje technik komutacji, w ustawowym znaczeniu słowa komutacja. Z tego wynika, że do świadczenia usług VoIP nie jest wymagane zezwolenie, a jedynie zgłoszenie do URT.

Porównanie z taryfą TPSA, dla Abonentów dzwoniących spoza Warszawy - ceny netto, bez VAT 22%. Porównanie uwzględnia sumę stawek : TPSA i Organizatora. [5]

Kraje dostępne przez urządzenie VoIP	Stawka TPSA za minutę połączenia	Sumaryczna stawka VoIP MediaTel za minutę transmisji	Oszczędność w stosunku do TPSA
Austria Belgia Dania Niemcy Holandia Szwajcaria Szwecja Strefa nr 2 TPSA	1,55 zł	1,38 zł w godz. 08 - 18  1,14 zł w godz. 18 - 08	- 10,9%    - 26,4%
Anglia Finlandia Francja Luksemburg Monako Norwegia Rosja Włochy Strefa nr 3 TPSA	1,69 zł	1,38 zł w godz. 08 - 18  1,14 zł w godz. 18 - 08	- 18,3%    - 32,5%
Australia Kanada USA Strefa nr 6 TPSA	3,46 zł	1,38 zł w godz. 08 - 18  1,14 zł	- 60,1%   - 67,1%
Hong Kong Japonia Izrael Korea Południowa Singapur Tajwan Strefa nr 7 TPSA	6,25 zł	1,38 zł w godz. 08 - 18  1,14 zł w godz. 18 - 08	- 77,9%   - 81,7%
Sieci komórkowe w Polsce PLUS ERA IDEA	1,40 zł w godzinach 08.00-18.00	1,38 zł w godz. 18 - 08	- 1,5%



## LITERATURA

- [1] [www.voip.onet.pl](http://www.voip.onet.pl)
- [2] [www.e-gamma.pl/internet](http://www.e-gamma.pl/internet)
- [3] [www.pckurier.pl](http://www.pckurier.pl)
- [4] [www.integrator.solidex.pl](http://www.integrator.solidex.pl)
- [5] [www.mediatel.pl](http://www.mediatel.pl)